

劣化要因が異なる橋台を有する橋梁の診断と補修対策

中央コンサルタント(株)福岡支店

正会員 ○小嶋 秀治

正会員 山口 正剛

非会員 高橋 厚彦

非会員 小川 潤

1. はじめに

本橋は、昭和49年竣工のPC単純プレテンT桁橋で、竣工後48年が経過している。下部工形式は半重力式橋台で、竣工後の補修履歴は無く、海岸線から約200mの塩害地域に位置している。本稿は、劣化要因の異なる橋台を有する橋梁について、損傷要因の特定及び補修対策の検討を行ったものである。

2. 損傷状況

(1) A1 橋台

A1橋台の損傷状況を写真-1に示す。壁面前面上部に、内部鉄筋に沿った水平方向ひびわれや、ひびわれから進展したうきが確認された。竣工年や環境条件から、中性化や塩害の進行及び損傷部のかぶり不足が疑われたため、損傷箇所近傍においてはつり調査、中性化試験、塩分含有量試験等を実施した。

なお、橋台端部の雨かかり部に目立った損傷は生じていない。

(2) A2 橋台

A2橋台の損傷状況を写真-2に示す。橋台端部に最大ひびわれ幅1.3mm程度の不規則なひびわれが確認された。橋台端部は直接雨かかりを受ける箇所であり、ひびわれ性状からアルカリシリカ反応(以下ASR)進行の可能性が疑われたため、損傷部から採取した試験片を用いてASR試験(実体・偏光顕微鏡観察)を実施した。

なお、A1,A2橋台では損傷の発生箇所や損傷状況が異なっており、使用骨材の種類が異なる可能性が考えられたため、A1橋台端部からも同様に試験片を採取し、ASR試験を実施した。

3. コンクリート品質試験結果

(1) はつり調査及び中性化試験

A1橋台に生じている水平ひびわれ発生箇所の内部鉄筋の腐食状況及びコンクリートの中性化進行状況確認のため、はつり調査及び中性化試験を実施した(写真-3)。なお、コンクリート構造物に塩化物が含まれている場合、中性化残りが15mmを下回ると鋼材腐食が顕著になる場合がある。本橋は、後述す

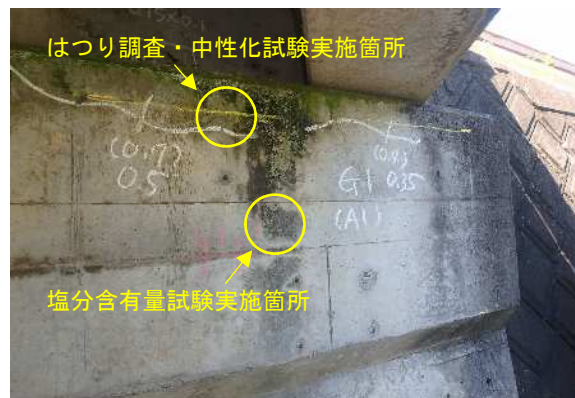


写真-1 内部鉄筋に沿った水平ひびわれ (A1 橋台)



写真-2 橋台端部の不規則なひびわれ (A2 橋台)



写真-3 はつり調査及び中性化試験実施箇所 (A1 橋台)

る塩分含有量試験の結果、コンクリート中の塩分が確認されたため、腐食発生限界の評価基準を中性化残り15mmとしている。

はつり調査の結果、損傷部のかぶり厚は47mmであり、断面欠損は生じていないものの、内部鉄筋の著

しい腐食が確認された。また、はつり箇所にはフェノールフタレイン溶液を噴霧して実施した中性化試験の結果、中性化深さは平均 32.8mm で、中性化残りは平均 14.2mm であり、腐食発生限界である中性化残り 15mm を下回っていることが確認された。

(2) 塩分含有量試験

A1 橋台の損傷部近傍で実施した塩分含有量試験の結果を図-1 に示す。図より、中性化の進行による塩分濃縮でコンクリート表面よりも内部で塩分濃度が上昇しており、鉄筋位置における塩化物イオン濃度は約 2.5kg/m³ と鉄筋の腐食が生じうる塩分濃度が確認された。

(3) ASR 試験 (実体・偏光顕微鏡観察)

A1,A2 橋台から採取した試験片を用いて実施した ASR 試験の結果、いずれの試料においても反応リムの形成とアルカリシリカゲルの滲出が確認された。特に A2 橋台では、反応性骨材の 1 種である安山岩を粗骨材として使用しているほか、粗骨材内のひびわれも確認され (写真-4)、ASR の劣化進行度は加速期であった。なお、A1 橋台では粗骨材に安山岩は含まれておらず、ASR の劣化進行度は潜伏期であった。

4. 補修工法の選定

(1) 断面修復工 (塩害対策)

A1 橋台は中性化・塩害の進行によりうきや剥離・鉄筋露出が生じているため、鉄筋や鉄筋周辺のコンクリートの塩分吸着効果に加え、亜硝酸イオンによる不動態被膜再生効果²⁾が期待できる材料を用いた断面修復を計画した。

(2) ひびわれ補修工 (ASR 対策)

A2 橋台端部の配筋箇所は ASR の進行によるひびわれが生じているため、亜硝酸イオンによる不動態被膜再生効果やリチウムイオンによるアルカリシリカゲルの吸水膨張抑制効果²⁾が期待できる材料を用いたひびわれ補修工を計画した。

(3) 表面含浸工 (中性化・塩害・ASR 対策)

A1,A2 橋台は塩分や水分等、外的劣化因子の浸透が進行しているため、撥水効果や透湿性に優れたシラン系の含浸材と、中性化・塩害・ASR への直接的な対策として亜硝酸リチウム系の含浸材を併用した表面含浸工を計画した。なお、橋台下部は無筋構造であり、いずれの橋台においても損傷は発生していないため、表面含浸工施工範囲の対象外とした。

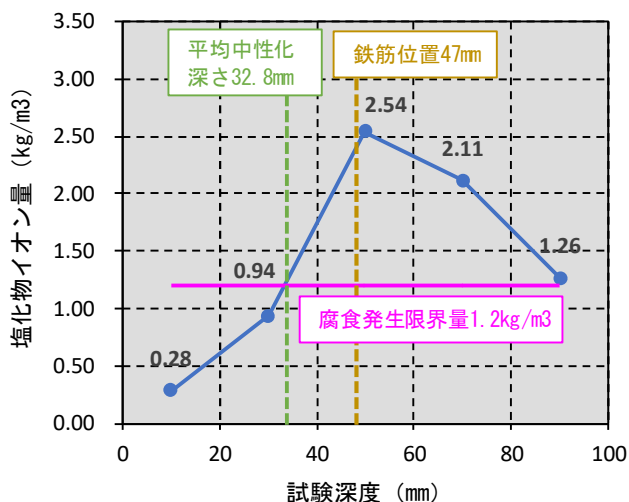


図-1 塩分含有量試験結果 (A1 橋台)



写真-4 粗骨材内に生じたひびわれとアルカリシリカゲルの滲出状況 (A2 橋台)

5. まとめ

各種詳細調査の結果より、A1 橋台の損傷は中性化・塩害が主体、A2 橋台の損傷は ASR が主体と、橋台毎に損傷発生の主要因が異なることが明らかとなった。また、A1,A2 橋台の粗骨材の違いにより、両橋台は異なるコンクリートが使用されていることが明らかとなった。単径間の橋梁においても、異なった性質のコンクリートが使用されている可能性に留意する必要がある。

補修材料や工法の選定に当たっては、補修箇所の劣化状況や損傷進行の可能性を総合的に加味して、最適な補修工法を選択することが重要である。

参考文献

- 1) (公社) 土木学会：2018 年制定コンクリート標準示方書【維持管理編】，2018,p.124.
- 2) (一社) コンクリートメンテナンス協会：コンクリート構造物を対象とした亜硝酸リチウムによる補修の設計・施工指針 (案)，2020,p.9.